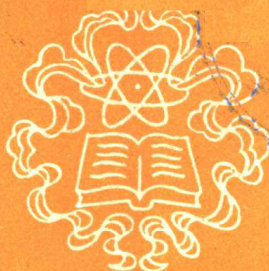


56.57182
WYH

抽矿普查人员手册



科学技术出版社

本書提要

这本手冊，主要是向野外普查工作的地質人員提供一些寻找鈾矿的基本知識。內容有对鈾鈾矿物的描述，在野外进行找矿的方法，并着重介紹了盖格計数器和閃爍計数器的基本原理和使用方法。

本書內容簡單扼要，文学淺显，可供野外鈾矿普查人員和一般具有中等文化水平的讀者閱讀。

本書系根据美国出版的鈾矿普查人員手冊一書譯出，書中有些內容不合我国国情，沒有參考价值的，均已刪去。

URANIUM PROSPECTORS HANDBOOK REPRO-TECH, INC.

1954

鈾矿普查人員手冊

王永华 陈振时譯
朱志祥 校

科学技术出版社出版

(北京市西直門外柳家灣)

北京市書刊出版業營業許可証出字第091号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經售

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張：1 $\frac{2}{5}$ 字数：18,000

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷

印数：4,055

总号：1458 統一書号：13051·297

定价：(9)1角6分

目 次

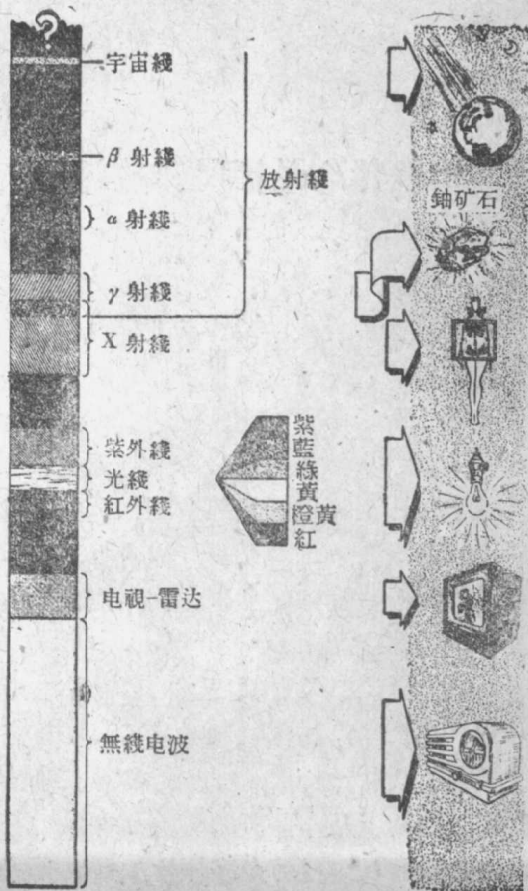
一	什么是輻射和放射性	1
二	輻射的性質	3
三	探測輻射的方法	5
	蓋格-彌勒計數器、閃爍計數器、探測輻射的照像法、 閃爍鏡、驗電器	
四	物質的成分	12
五	鈾礦石和釷礦石	15
	晶質鈾礦、非晶質鈾礦、鈾鈦鈾礦、黑稀金礦、褐鈾 鈾礦、鈾釷礦、鉀鈾鈾礦、鈾鈣鈾礦、銅鈾云母和正 銅鈾云母、鈣鈾云母、脂鈾鈾礦、其他礦石、釷礦石 鑑定表	
六	何處尋找鈾礦	22
七	不用計數器的普查	23
八	裝備的選擇	25
九	閃爍計數器、蓋格計數器的比較	26
十	計數器操作台的使用	29
十一	計數器的校正	36
十二	用計數器測量	38
十三	使用運輸工具的普查	40
十四	計數器的使用和解釋	43
	計數器的一般用途、計數器的保護、底數、質量效 應、鈾當量、α效應、β效應、地面效應、吸收效	

一 什么是輻射和放射性

輻射是由分子或原子活动所产生的能。最常見的輻射类型有光、热、無線电波和X射綫。这些都只是整个輻射系中的少数几种輻射。輻射是按其物理性質在一个叫做光譜表的表上排列的。从这个表上明显地看出，人体能觉察到的輻射只有少数几种。人体能由皮膚受热而感觉到有紅外綫，或者用肉眼可以看見紅色到紫色的射綫。其余的光譜都感覺不到，看不到或者听不到，只能用特殊的仪器才能探測出来。例如無線电波只能用电子仪器才能測出。

下面光譜表中X射綫以上的所有輻射均称为放射綫。1896年，法国物理学家A. H. 貝克勒耳首次發現了放射性物質，或称为發射放射性輻射的物質。他發現从非晶質鈾矿（一种鈾矿石）中發出的射綫可以穿透防光底片盒，并使照相底片感光。

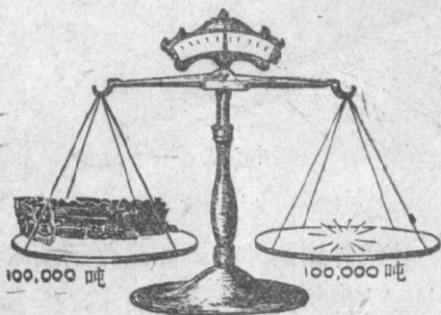
一般認為， γ 射綫很像X射綫，只是 γ 射綫



輻射光譜表

的穿透能力較強。 α 射綫和 β 射綫是由原子核產生的極小粒子組成的，運行速度几乎接近光速（每秒 186,000 哩）。 α 粒子和 β 粒子的穿透能力不同， α 粒子的穿透能力難于測量，而 β 粒子的穿透能力較易測量。

雖然這兩種粒子都非常小，但是它們都相當于巨大的能量，這是由于它們運行速度高，質量（或重量）大。如果可能將這些粒子壓縮成為約一粒米大小的一種固態物體，那么它的重量就會超過 100,000 噸！

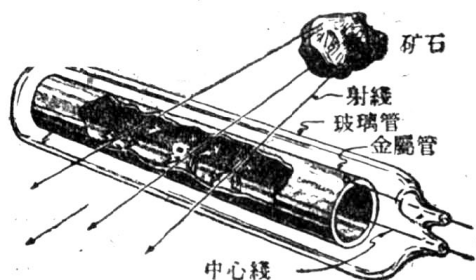


二 輻射的性質

既然鈾礦的探測是取決于 β 射綫和 γ 射綫的

測量，所以下面仅就这些方面作詳細的描述。

γ 射綫有好几种特殊的性質。它們和可見光綫不同，能深深地穿入或穿透大多数物質。三吋厚的鉛板，一呎厚的岩石或兩呎半深的水都可以阻挡住99%的 γ 射綫。然而剩下的1%的 γ 射綫却足以用探測矿石产地的仪器測出来。 γ 射綫在通过气体时会使气体成为电流的良好导体，这种现象称为电离。



电 离

当 γ 射綫射到某种物質如碘化鈉晶体上时，它們便会使这种物質产生閃爍現象，或者使每条射到晶体的射綫發出閃光。

β 射綫或粒子的穿透能力虽然較小，它們却具有和 γ 射綫相同的一般特性。

各种类型的輻射都有一种共同的性質：距离



閃爍現象

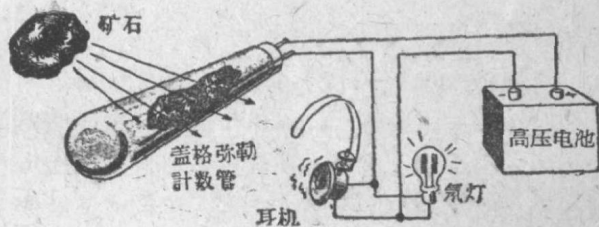
光源愈远，强度愈减低。參閱第十四章。

三 探測輻射的方法

盖格-弥勒計数器 是W. 盖格和M. 弥勒于1920年發明用来探測放射性輻射的。这种管子是利用 β 射綫和 γ 射綫的兩種特性：(1) γ 射綫和 β 粒子穿透物質的能力，(2) γ 射綫或粒子使气体电离或使气体导电的能力。

盖格計数管的構造很簡單。有一种类型的計数管是由薄的金屬絲密封于真空的鋁管內構成的，薄的金屬絲和管子的表面平行，并且和它絕緣不导电。另一种类型的計数管是用玻璃制成的，其內部塗有一層金屬或导电物質，并且有一条細金屬絲通过管子的中間。

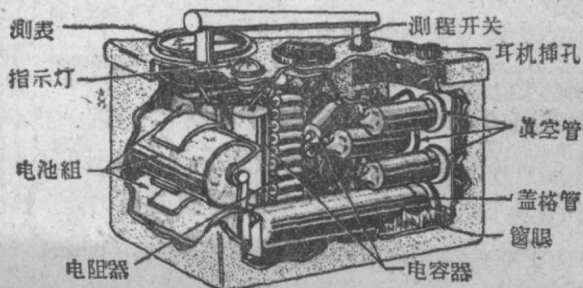
計数管的簡單操作可說明如下：將計数管和



盖格-弥勒计数器原理

高压电池、耳机或氖指示灯串联起来。调整电压，使计数管不在辐射场内的情况下不导电。由于放射性辐射有穿透能力，射线便可以穿透盖格计数管的外壁，使气体电离。

气体电离时便产生电流，因而使耳机发出“卡嗒”声或使氖灯发光。因此，当耳机有“卡嗒”声或氖灯发光时，盖格计数管已指出有一个粒子或

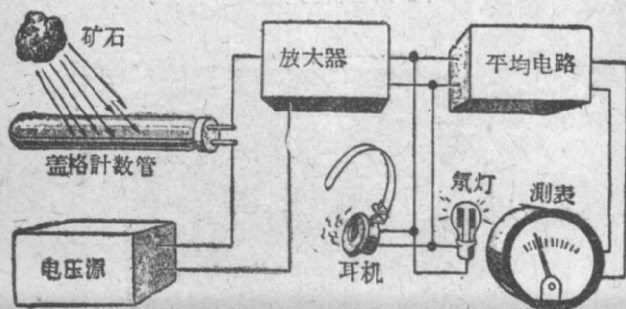


典型盖格计数管解剖图

一条射线通过。

使盖格计数器进行工作所需要的电压很高（800 伏特或更多些）。能供给这样高电压的电池组的体积很大；所以大多数计数器是用低压电池组和电路来发出所需的高电压。这样可使计数器既小又轻，便于普查。

设备较好的装置是用一个放大器把从盖格计数管来的弱电流脉冲放大，这就使计数管产生较高的灵敏度，而且较为准确，同时也可以用来指示出辐射的强度。使用测表就可能得到平均读数。这种平均读数是通过平均电路使测表指示出来的。



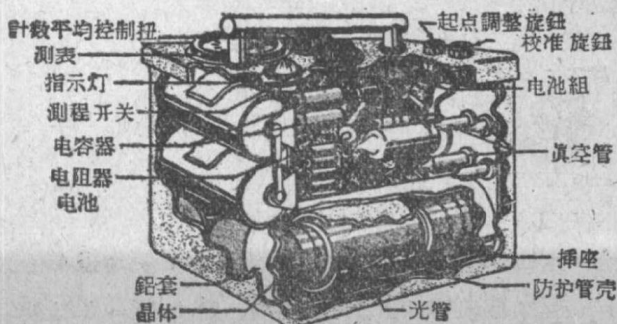
电流如不平均，则测表的指针在每一个射线射到计数管时将连续跳动。在另一方面，如果时

間常数太長，測表便随着强度而变化得極為緩慢，以致無用。因此，時間常数一般要調整为在这兩個極限之間。

許多計數器都有一个快慢开关。慢开关的平均時間較長，可作准确性較高的測量。而在快速普查工作中可以使用快开关。

因为 α 粒子很快地被大多数物質吸收，所以盖格計數器的外壁也把它們吸收了，因此就不会被記錄下来。

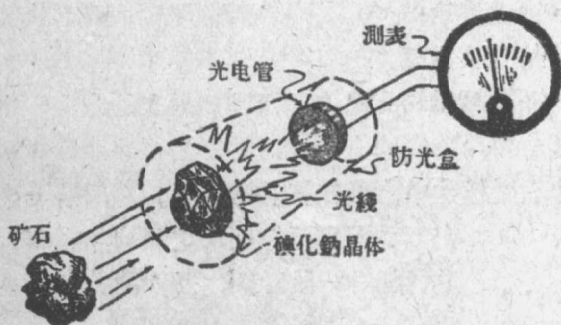
由于 γ 射綫具有高度的穿透能力，所以当它穿过計數管时只有总 γ 射綫的 0.5% 被記錄下来，而大多数都穿过計數管。被記錄下来的 β 射綫的百分数取决于計數管外壁的厚度。



典型閃爍計數器解圖

虽然盖格计数器的总效率少于1%，但如果使用得当，还是灵敏的，而且很准确。大部分有工业价值的铀矿区都是用盖格计数器找到的。

闪烁计数器 是利用如碘化钠之类的物质的闪烁原理制成的。将碘化钠晶体或类似物质的晶体放于探管或计数器的探测装置内，并密封不透光。在晶体旁边放有光电倍增管，这是一种非常灵敏的光电管。当晶体受到 γ 射线照射而闪烁时，光电倍增管就加速晶体闪烁的闪光，并且将这些闪光转变为电脉冲。



闪烁计数器原理

这些电脉冲可用脉冲平均电路来使电测表工作，得出辐射强度的平均读数，这些脉冲也可使氖灯发光，或者使耳机发出“卡嗒声”。

在实际操作中，可用放大器把从光电倍增管来的电脉冲放大，这样可增高探测器的灵敏度。閃爍計數器和盖格計數器一样，其电路也需要高电压。閃爍計數器是用由低压电池取得高电压的电路。

普查用的閃爍計數器不記錄 α 粒子，因為它們的穿透能力低。然而，它們可以記錄射到晶体的 γ 射線的60%。由於效率高，所以在進行 γ 射線測量時多採用閃爍計數器而不用盖格計數器。閃爍計數器的整個效率為25%到60%。由於它們的靈敏度比較強，所以它們探測到的鈾礦床要比盖格計數器深。

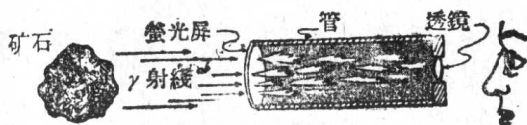
探測輻射的照像法 是已知最老的方法，也許是一種最確實的方法。這種方法是將照像板嵌入非金屬板蓋中，放在輻射源附近。然後將一個金屬物體放在輻射源和照像底片之間的非金屬蓋上。對底片進行輻射一段時間，時間的長短要視



貝克勒耳實驗(1896)

輻射强度而定。然后在暗室中將底片冲洗出来，如果金屬物体在底片上显示出来，这就确实証明由 X 射綫到宇宙射綫之間有輻射存在。体积为 1 立方吋、含量为 5 % 的鈾矿石样品的曝光時間在 12 小时至 24 小时之間。

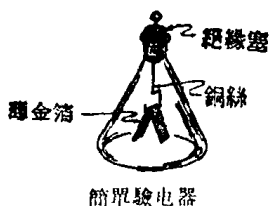
閃爍鏡 可用来粗略測定矿物的放射性。它們是由一端塗有硫化鋅磷光体的螢光体和另一端嵌有放大鏡的管子所構成的。当射綫射到硫化鋅磷光体而产生閃爍时，通过此管一端的放大鏡便



簡單閃爍鏡

可以看到閃光。这些像玩具的东西都是用来說明閃爍原理的主要裝置。

驗电器 是實驗室中通常用来測量放射性輻射的仪器。在野外也可以使用。然而，要求得較高的精确度，应采用更为精确的仪器。驗电器的組成是用一片褶曲的薄金箔悬挂在一根导电的金屬絲上，并封閉在玻璃瓶或盒中来消除外界的影响。操作时，金箔上的靜电荷得到感应，使



電的時間記錄下來，和已知樣品的讀數進行比較。

四 物質的成分

一切物質都是由 92 種基本元素組成的。這些元素結合在一起時，便形成化合物。食鹽就是由鈉和氯兩種元素聚合起來形成一種化合物的最好例子。這種鈉和氯的化合物叫做氯化鈉，也就是食鹽。物質可由化合物或元素混合一起而組成，這叫混合物。例如氯化鈉溶於水後便成為水和氯化鈉的混合物。金屬礦石含有金屬的化合物和其他元素。例如瀝青鈾礦是一種金屬鈾和氧組成的化合物。

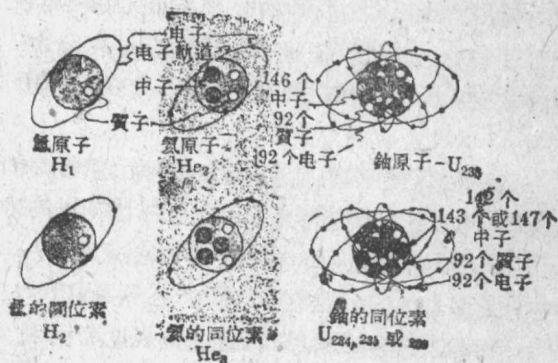
化學家已發現所有的物質都是由叫做原子的小單位組成的。既然有 92 種基本元素，就有 92 種組成元素的基本原子。原子又是由極小的電子、質子和中子所組成。當中子和質子結合在一

起时就形成原子核或原子的中心。圍繞核子旋轉的粒子称为电子。元素是由电子和質子的多少决定的。例如一个电子和一个質子構成一个氫原子；两个电子，两个質子和两个中子構成一个氦原子。

从核子物理学范围看来，發現同样元素的原子尽管其电子数和質子数相同，但在其核子内部有不同数目的中子。因为在核子中增加或减少一个中子会改变該原子的重量，所以这些元素的較重或較輕的結構可从其重量測出，称为同位素。因此，同位素只不过是較重或較輕的正常原子。

正常的原子是根据它們的原子量在一个表上排列的。这个表是以氧的原子量（当作 16）为标准的。其余的元素均以和氧的相对重量来表示。例如，氫的原子量是 1，或者是氧原子量的 $1/16$ 。氮原子量是 4，是氧原子量的 $4/16$ 。鈾的原子量是 238，約比氧重 15 倍。

同位素也可以从它們的重量鑑別出来。但是，同位素的重量既然可能和另一元素的重量相同，所以必須根据其元素和重量来鑑別。例如，氦的同位素的原子量为 3，氮的同位素重量也是



3. 因此，在记法上我们往往叫这种原子为氢3，或者用化学符号表示为H，后面再加上其重量而成为H3。另外一个例子是铀的同位素的重量为235。这就可以鉴定是U235，U是铀的化学符号，235是同位素的原子量。

一个同位素，特别是带一个大的原子核的同位素具有不稳定和放射性的趋势。当一个元素是放射性时，它便在蜕变的过程中或正在转变为另一个元素。例如，镭由于辐射而慢慢地变为钋，铀可以看作是母体元素，它可以蜕变为钍，然后变为镤、氡等，直到变为铅。